

Modèle de déformation et transformation de coordonnées à Mayotte



Collilieux X.^{1,2}, Grandin R.¹, Pasquier I.²

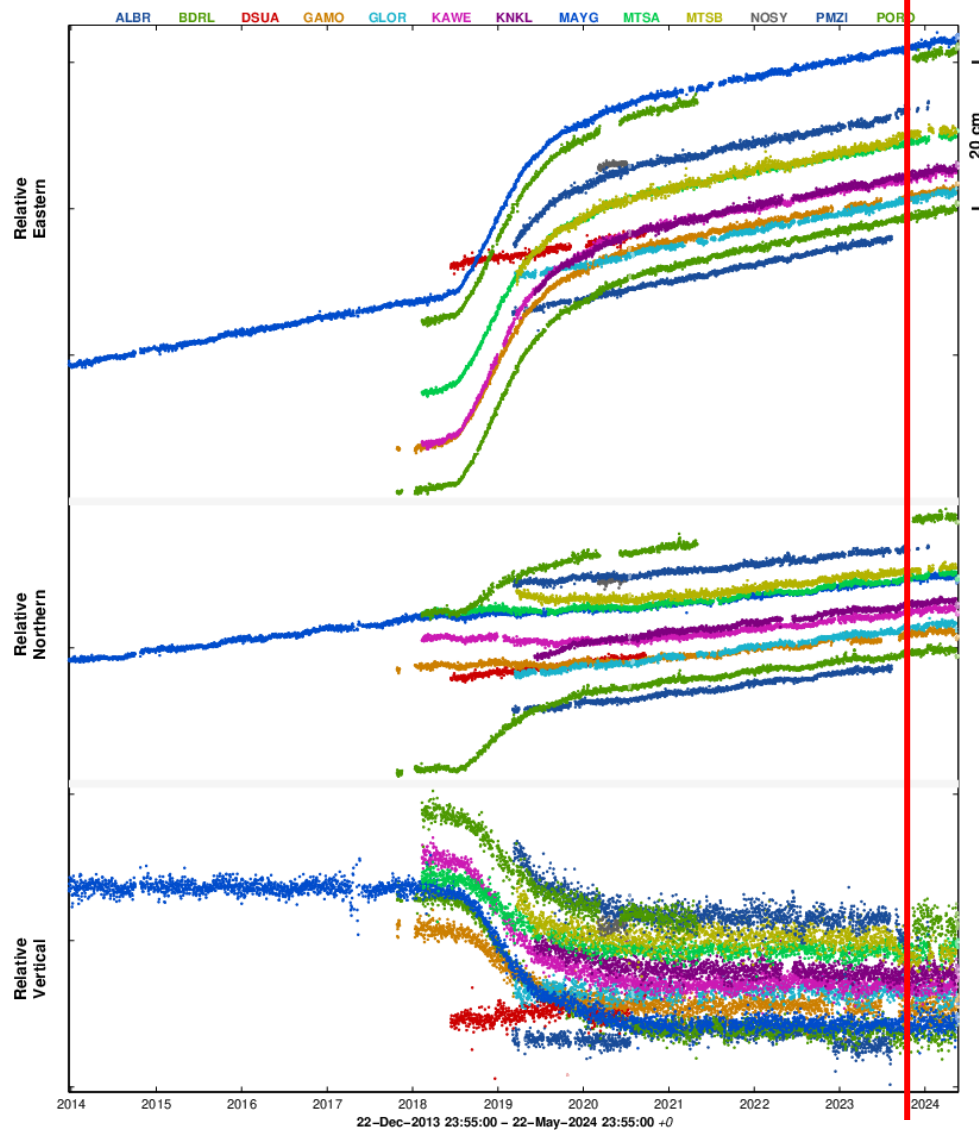
Remerciements:

Jamet O.³, Bouteloup D.³, De Oliveira Pinheiro J.³, Garayt B.³, Lhermitte F.³, Rebischung P.^{1,2}, Virly B.³, Chanard K.^{1,2}

¹ Institut de Physique du Globe de Paris

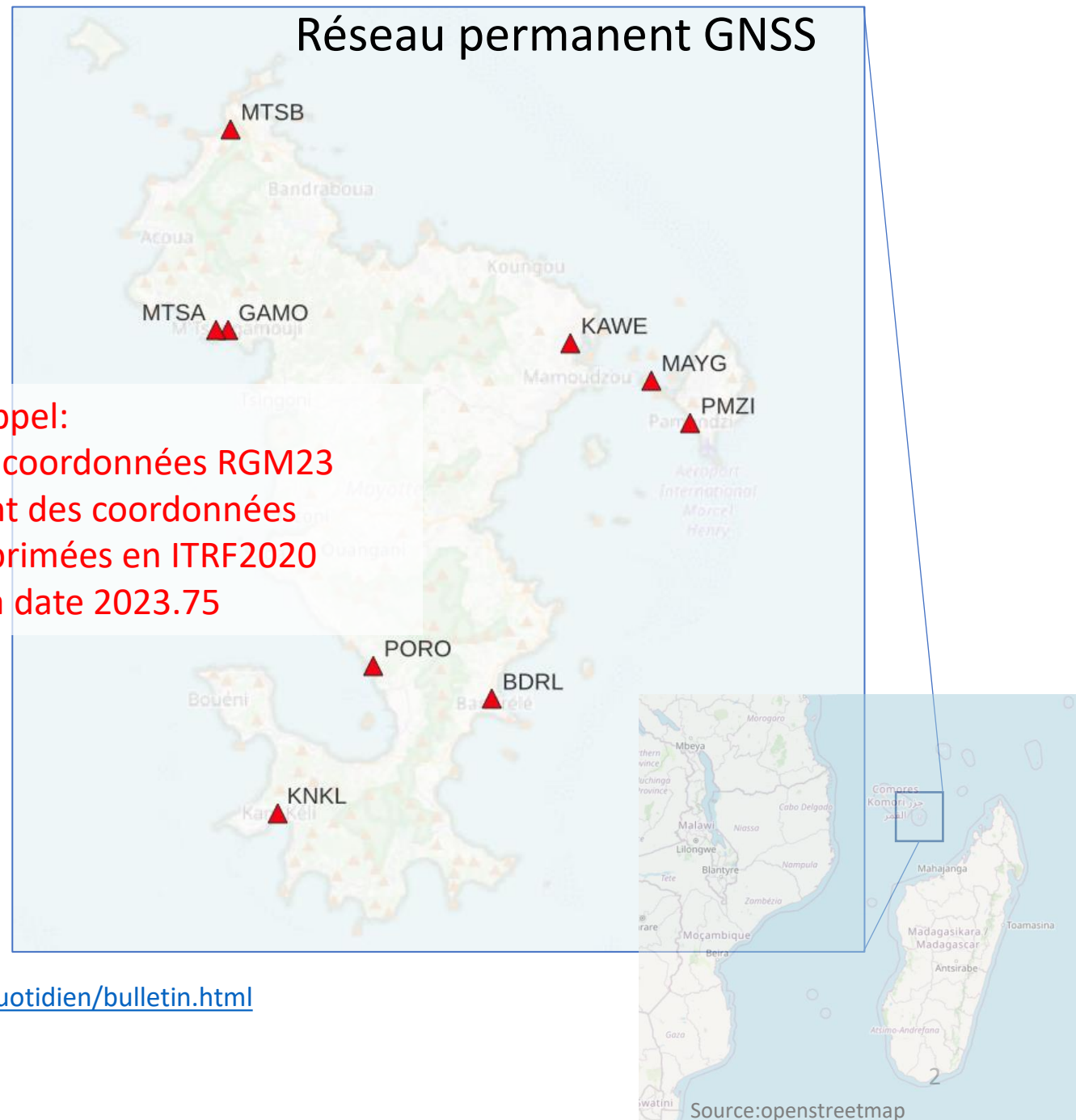
² Géodata Paris / Université Gustave Eiffel

³ Institut de l'information géographique et forestière



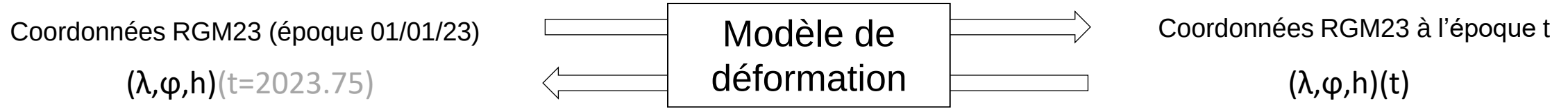
Rappel:
les coordonnées RGM23
sont des coordonnées
exprimées en ITRF2020
à la date 2023.75

Réseau permanent GNSS

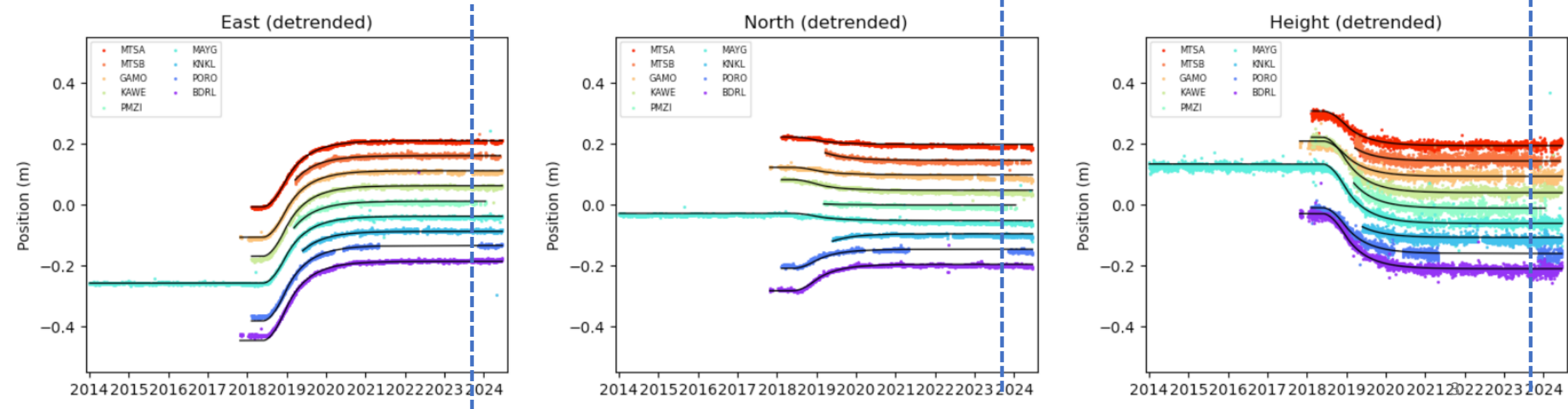


Le modèle de déformation (1/2)

Il permet de propager des coordonnées dans le temps en tout point de l'île:



Le modèle ne prédit pas de déformation après 2023.75 et n'inclut pas de tendance (terme de vitesse nul)



Le modèle de déformation (2/2)

En plus d'un déplacement en absolu, l'île s'est déformée.

Les lignes de base peuvent varier de plusieurs centimètres sur la période 2018-2021 à l'échelle de l'île.

Conséquence:

- Les coordonnées absolues (ex: en ITRF2020) ont changées de façon non-linéaire
- Une ligne de base mesurée par GNSS (positionnement relatif, post-traitement ou RTK) n'aura pas la même valeur suivant la date de la mesure.

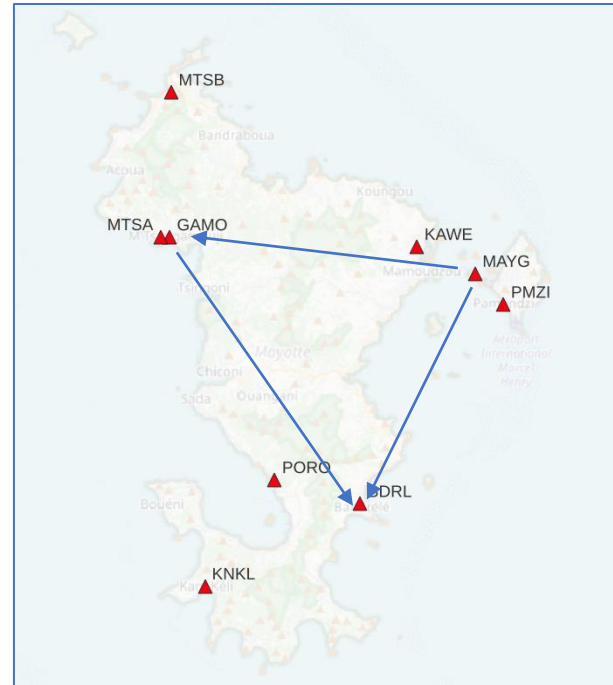


Fig : variation des lignes de bases observées par GNSS et modélisées (lignes continues) sur les composantes **est**, **nord** et **hauteur**

Nb: précision du modèle < 2 cm sur chaque composante

Quand utiliser le modèle de déformation ?

Remarque préliminaire. La transformation RGM04 vers RGM23 inclut les déformations cumulées liées à la crise entre mai 2018 et octobre 2023.

Conséquence : transformer des coordonnées RGM04 en RGM23 produit des coordonnées en géométrie post-crise.

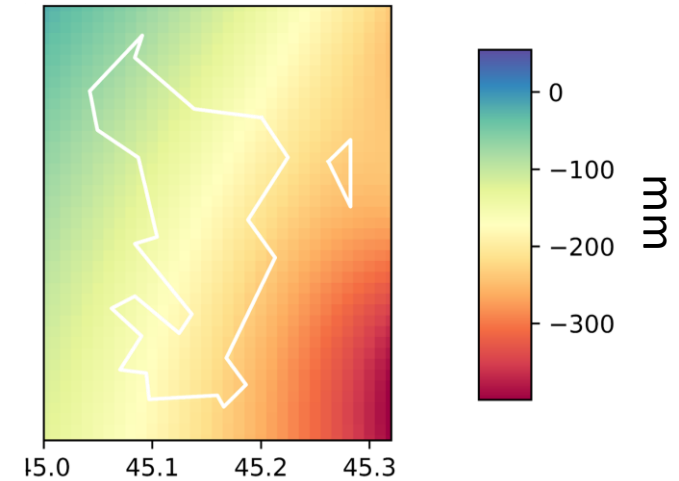


Fig. Grille de la transformation RGM04 vers RGM23, composante hauteur

Que faire lorsque les coordonnées ont été acquises entre le 1^{er} mai 2018 et le 1^{er} janvier 2021 ?

Hypothèse : les coordonnées RGM04 des points de référence ont été utilisées sans actualisation.

L'ensemble des cas de figure est discuté sur la page:

<https://geodesie.ign.fr/actualites/laces-la-nouvelle-referance-geodesique-rgm23-de-mayotte>

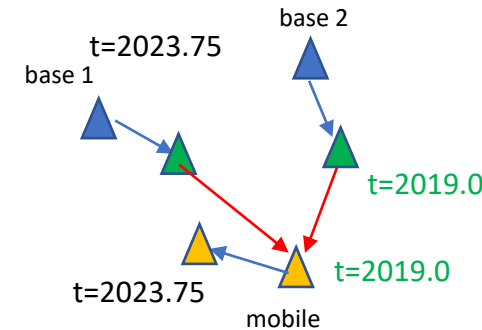
Quand utiliser le modèle de déformation ?

- Ex 1: détermination GNSS avec plusieurs lignes de base longues à la date t (ex: 2019.0) ou cas d'un recalcul GNSS en RGM23

Si l'exigence en précision ne dépasse pas 20 cm, la transformation RGM04->RGM23 suffit

Si besoin centimétrique, effectuer un nouveau calcul GNSS en utilisant pour les stations de base des coordonnées RGM23 à la date t des mesures.

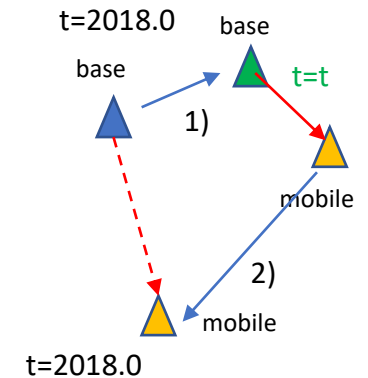
- 1) Calculer les coordonnées des bases du RGM23 vers le RGM23 à t
- 2) Refaire le calcul GNSS avec ces nouvelles coordonnées de base
→ On obtient les coordonnées du mobile en RGM23 à t
- 3) Propager les coordonnées obtenues de la date t à la date 2023.75



- Ex 2: il est possible d'éviter un recalcul GNSS si la détermination GNSS (RTK) a été faite avec 1 seule longue ligne de base longue à la date t

Si besoin centimétrique :

- 1) La ligne de base calculée à la date t avec les mesures reflète la longueur de la ligne de base à t mais les coordonnées de la base doivent être actualisées.
Appliquer une correction correspondant au déplacement de la base.
→ On obtient les coordonnées du mobile en RGM04 à t
- 2) Corriger les coordonnées du mobile pour les ramener à la date 2018.0. → On obtient les coordonnées du mobile en RGM04
- 3) On applique la transformation RGM04->RGM23



Utilisation du modèle de déformation (1/3)

MENU

IGN GÉODÉSIE

Nos missions

Serveur de fiches

Accéder au RGP

Calculs en ligne

Documentation de référence

Produits en téléchargement

Nos prestations

Dépose Repose

Actualités

Lettres mensuelles Géod'Info

Modèle de déformation sur Mayotte pour la crise tectonique de 2018-2022

Accueil > Modèle de déformation sur Mayotte pour la crise tectonique de 2018-2022

L'île de Mayotte a subi une crise volcano-tectonique engendrant des variations de coordonnées supérieures à 20 cm, principalement sur la période mai 2018 - janvier 2021. Ces déformations ont conduit l'IGN à effectuer de nouvelles mesures à l'automne 2023 qui ont conduit à la publication du référentiel RGM23 en lieu et place du RGM04.

Un modèle de déformation permettant de prédire en tout point de Mayotte et entre deux dates les var développé par l'IPGP. Pour en permettre une utilisation simplifiée, ce modèle a été implémenté dans le coordonnées [proj](#) (logiciel libre). Il a permis de construire une transformation de coordonnées entre des données (une première version fournit une précision optimale sur la période 2018-aujourd'hui seulement) transformation utilisant ce modèle, sont fournis à des fins expérimentales.

La nouvelle transformation RGM04 vers RGM23 est également fournie dans ce formalisme [proj](#).

[Notice d'utilisation du modèle dans la librairie proj pdf \(252.5Ko\)](#)

Données / Dataset: deformation model, 2018-2022 crisis

- [FR\(12/03/2025\)](#)
- [fr_ign_grid_RGM04toRGM23.tif \(29/10/2024\)](#)
- [fr_ign_lonlat_RGM23_deformation_model.tif \(28/07/2024\)](#)
- [fr_ign_RGM23_defmodel.json \(18/02/2025 - mise à jour mineure, époque de référence décalée de 12h\)](#)

Nouvelle transformation ITRF2020 vers RGM23 / New transformation from ITRF2020 to RGM23

- [fr_ign_grid_ITRF2020_RGM23_velA.tif \(18/02/2025\)](#)
- [fr_ign_grid_ITRF2020_RGM23_velB.tif \(18/02/2025\)](#)
- [fr_ign_RGM23_to_ITRF2020.json \(18/02/2025\)](#)

<https://geodesie.ign.fr/modele-de-deformation-sur-mayotte-pour-la-crise-tectonique-de-2018-2022>

Utilisation du modèle de déformation (2/3)

Utilisation du modèle de déformation de Mayotte pour des transformations de coordonnées

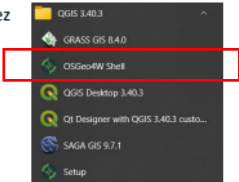
Version	1.1
Date	18/02/2025
Contact	xavier.collilieux_at_ign.fr, grandin_at_ipgp.fr
Institutions	IGN / ENSG / IGP
Objet	Ce document explique comment effectuer des transformations de coordonnées à l'aide du modèle de déformation de Mayotte (Grandin et al., 2025a, 2025b). Ce tutoriel est basé sur la librairie de transformation de coordonnées proj . Il expose comment utiliser cette librairie en ligne de commande.
Installation de proj	1
Installation du modèle.....	2
Liste des transformations.....	2
Transformations avec proj	3
Références/citation	5

Installation de proj

Vous devrez utiliser la librairie `proj` à l'aide de lignes de commandes écrites dans un terminal. Une version de `proj` supérieure ou égale à 9.5.1 est nécessaire¹.

La façon la plus simple d'installer `proj` sur Windows est d'installer QGIS² (version supérieure à 3.40.3). Pour installer QGIS, rendez-vous sur le site <https://qgis.org/download/>.

Pour utiliser "proj" dans un terminal avec QGIS sous Windows, ouvrez le programme "OSGeo4W Shell" disponible dans le menu Windows.



Les façons alternatives d'installer `proj` sont expliquées sur la page [Installation — PROJ documentation](#). Suivez les instructions en fonction de votre système d'exploitation.

Ex: extrait de la documentation en ligne

- Format des données. Texte:

Ex: fichier `data.txt`

```
45.1927589766 -12.9108996239 -4.32896 2018.3504
45.0848691952 -12.6805872359 33.20441 2018.9418
45.1042054760 -12.9570915539 5.84821 2019.80972
```

- Logiciel : « proj »
 - installation simplifiée avec QGIS, version >3.40.3
 - Copier les 7 fichiers de données dans le répertoire `C:\Program Files\QGIS XXXX\share\proj`

- Exemple de commande

```
cct +init=FR:RGM23geo3D data.txt > data_out.txt
```

ID de la transformation

Fichier d'entrée contenu dans le répertoire courant

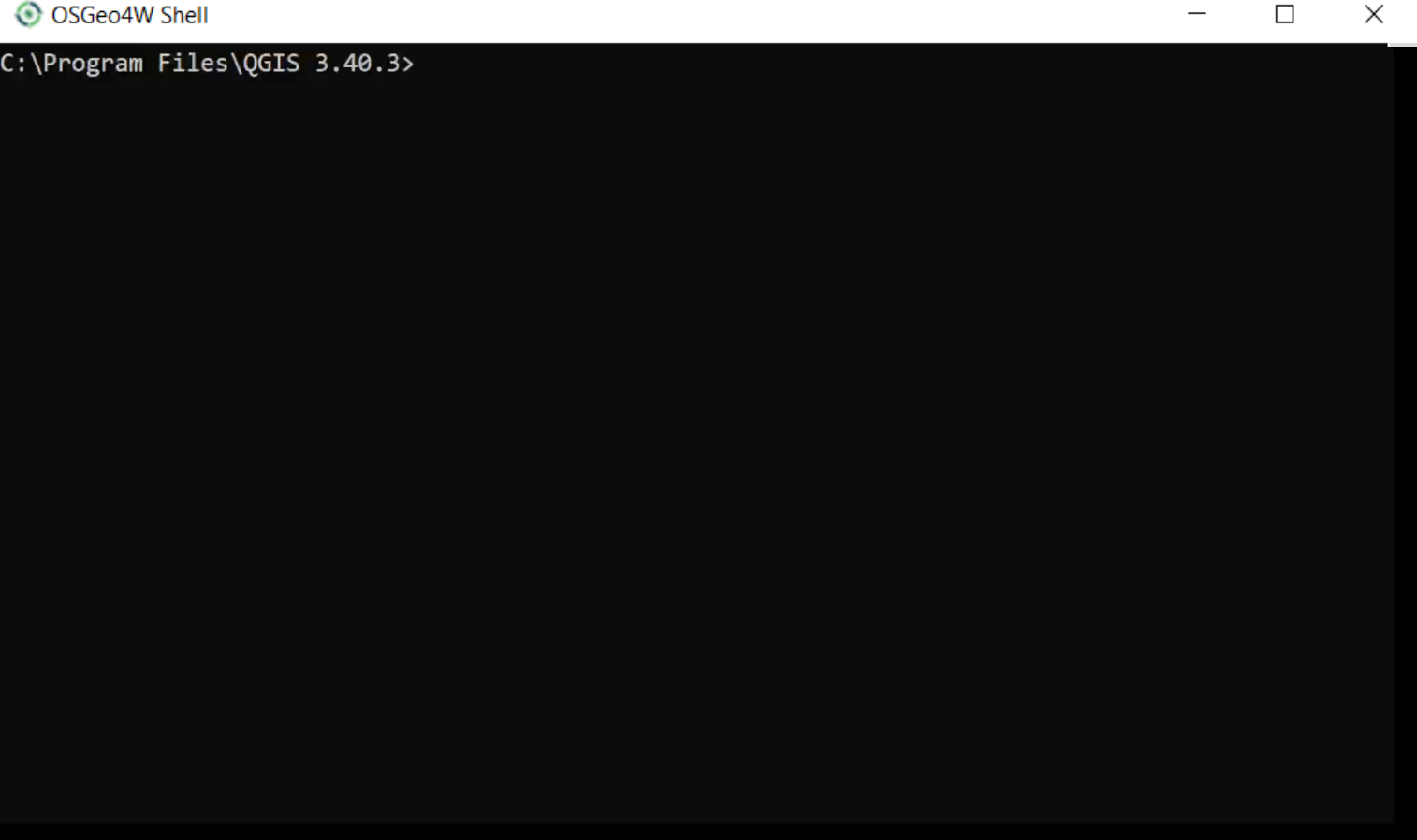
Fichier de sortie



Utilisation du modèle de déformation (3/3)

ID	Système de référence de coordonnées	Système de référence de coordonnées
	entrée	sortie
RGM23geo3D	RGM23 Coord. géographiques 3D (degrés décimaux, mètre) à l'époque t	RGM23 Coord. géographiques 3D (degrés décimaux, mètre) à l'époque 2023.75
RGM23geo3DtoRGM23geo3D_at_t	RGM23, Coord. géographiques 3D (degrés décimaux, mètre) à l'époque 2023.75	 OSGeo4W Shell C:\Program Files\QGIS 3.40.3>
RGM23	RGM23 Coord. Cartésienne géocentriques à l'époque t	
RGM23toRGM23_at_t	RGM23 Coord. Cartésienne géocentriques à l'époque 2023.75	
ITRF2020toRGM23v2	ITRF2020 Coord. Cartésienne géocentriques à l'époque t	
	.	
	.	
	.	

Identifiant des transformations



Merci

Contact : xavier.collilieux _at_ ign.fr

Plus d'informations:

- <https://geodesie.ign.fr/modele-de-deformation-sur-mayotte-pour-la-crise-tectonique-de-2018-2022>
- Grandin et al., Volcano-tectonic crisis of Mayotte (2018-2022): a deformation model for geodetic applications, sous presse, <https://hal.science/hal-05295873v1>